



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2003139220 A

(43) Date of publication of application: 14.05.03

(51) Int. Cl.

**F16H 55/06**  
**B29C 45/14**  
**F16H 1/16**  
**// B29K105:22**  
**B29L 15:00**

(21) Application number: 2001338200

(22) Date of filing: 02.11.01

(71) Applicant: NSK LTD

(72) Inventor: UEKI FUMIO  
 TAKAGI TOSHIMI

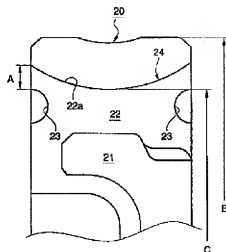
(54) WORM WHEEL AND ITS MANUFACTURING  
 METHOD

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a worm wheel and its manufacturing method not requiring shape machining, etc., after the tooth parts are formed by resin molding, which reduces the manufacturing cost, and secures excellent lubricity and a long-time durability.

**SOLUTION:** The worm wheel 20 is structured so that the tooth parts 22 of synthetic resin are formed by injection molding on the periphery of a cylindrical core 21 made of metal. The tooth bottom 22a of each tooth 22 is shaped in an arc of circle tracing the circular arc shape of the worm owing to the die shape for injection molding. At the side ends of each tooth 22, i.e., at the tail and forefront about the die separating direction from the die, a recess is formed owing to the die shape in the neighbourhood of the tooth bottom 22a on a concentric circle to the cylindrical core 21. Each recess 23 deforms at the time of molding the tooth part 22 to facilitate die separation of the part with tooth bottom 22a and avoids deformation, damage, etc., of the tooth part 22.



(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-139220

(P2003-139220A)

(43) 公開日 平成15年5月14日 (2003.5.14)

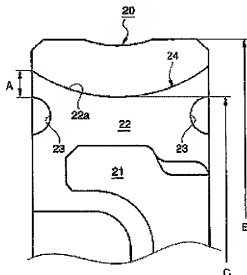
(51) Int.Cl. <sup>7</sup> F 1 6 H 55/06 B 2 9 C 45/14 F 1 6 H 1/16 B 2 9 K 105/22 B 2 9 L 15/00	識別記号	F I F 1 6 H 55/06 B 2 9 C 45/14 F 1 6 H 1/16 B 2 9 K 105/22 B 2 9 L 15/00	テ-マ-ド(参考) 3 J 0 0 9 3 I 0 3 0 Z 4 F 2 0 6
		審査請求 未請求 請求項の数 3 ○ L (全 8 頁)	
(21) 出願番号	特願2001-338200(P2001-338200)	(71) 出願人	000004204
(22) 出願日	平成13年11月2日 (2001.11.2)		日本精工株式会社
		(72) 発明者	植木 史雄
			神奈川県横浜市鶴沼神明一丁目5番9号
		(72) 発明者	茂城 敏己
			日本精工株式会社内
		(74) 代理人	100106847
			弁理士 小栗 昌平 (外4名)
		最終頁に続く	

## (54) 【発明の名称】 ウォームホイール及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 歯部の剛屈成形後の形状切削等を不要とし、製造コストを低減するとともに、優れた潤滑性及び長期耐久性を確保する。

【解決手段】 ウォームホイール21は、金属製円筒芯金21の外周側に合成樹脂製の歯部22を射出成形により形成する。歯部22の歯底22aは、ウォームの円弧形状に対応して円弧形状に、射出成形時の金型形状により形成される。また、歯部22の両側面、即ち金型からの脱型方向後端面及び前端面に、金属製円筒芯金21と同心円上の歯底22a近傍に、凹部23が金型形状により形成される。凹部23は、歯部22の射出成形時に変形して歯底22a部分の脱型を容易にし、歯部22の変形又は損傷等を回避する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 金属製円筒芯の外周側に合成樹脂製の歯部を備えたウォームホイールにおいて、前記金属製円筒芯と同心円上で前記歯部側面の少なくとも一側縁に、前記歯部の変形を抑制する凹部が設けられることを特徴とするウォームホイール。

【請求項2】 前記歯部表面が、前記合成樹脂中に含まれるガラス繊維の表面への突出を抑制するスピン層に覆われていることを特徴とする請求項1記載のウォームホイール。

【請求項3】 金属製円筒芯の外周側に合成樹脂製の歯部を射出成形により形成するウォームホイールの製造方法において、

前記金属製円筒芯と同心円上で前記歯部側面の少なくとも一側縁に、前記歯部の変形を抑制する凹部が射出成形する際の金型形状により形成されることを特徴とするウォームホイールの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば自動車等に搭載される電動パワーステアリング装置の減速部等に用いられるウォームホイールに関し、詳しくは金属製円筒芯の外周側に合成樹脂製の歯部を備えるウォームホイール及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図8に示したように、従来の樹脂製歯車60は、ギヤ61の歯部62を合成樹脂により形成するとともに、合成樹脂にガラス繊維や炭素繊維等の繊維63を含ませている（特公60-80674号公報参照）。ギヤ61の歯部62は、高精度な切削加工により歯面62aが形成される。この時、歯部62に含まれる繊維63の歯面62aと比べての配向方向は、回転軸の軸方向に両端を向けて歯面62aに略平行に配列されている。

【0003】また、図9に示したように、ウォームホイール70は、金属製円筒芯71の外周に、切削加工代を設けた形状の歯部72が合成樹脂の射出成形により形成されるとともに、歯面の切削により最終的な歯部72形状が形成される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記樹脂製歯車60では、ウォームホイールとして電動パワーステアリング装置に適用した場合、コスト増大を招くとともに、ウォームとの間の潤滑性が悪化するという問題があった。

【0005】すなわち、ガラス繊維等の繊維63で強化した合成樹脂は、ギヤ61の歯部62の切削加工工程で繊維63の影響により切削工具の磨耗が著しい。また、切削加工後の合成樹脂表面は、繊維63の毛羽立ちの発生が避けられず、ウォームを損傷してしまう心配

(2)

特開2003-139220

2

がある。このため、ウォーム表面を硬化処理する等の対策が必要となり、電動パワーステアリング装置全体のコストを増大させてしまう。

【0006】また、ギヤ61の歯部62の切削加工時に成層スキン層64を切除してしまい、繊維63が歯面62aの表面から露出すると、ガラス繊維等の繊維63には潤滑性がないため、歯部62を形成する合成樹脂の摩擦係数が上昇する。

【0007】通常、電動パワーステアリング装置では、ウォームからウォームホイールに作用する面圧は高いものになるため、ウォームホイールの歯部にグリースを塗布して潤滑性を向上させ、合成樹脂の耐久性を確保させている。しかし、例えば使用環境により高温条件となり、ウォームとウォームホイール間のグリースが乾くようになった場合には、合成樹脂の摩擦係数が高いため、潤滑不良を生じてウォーム及びウォームホイールの温度が上昇してしまう。この場合、金属に比べて温度的に不利な合成樹脂からなる歯部が、最初に影響を受けることとなり、歯部の損傷・破損等を招く可能性がある。

【0008】また、上記ウォームホイール70では、例えば歯部72の射出成形に用いる金型の歯底を、歯部の最終形状である凹部状（図9中、実線で示す形状）とすることにより、成形後の切削加工が不要となり、上述したような成層スキン層の切除に伴う種々の弊害をなくすることができる。

【0009】しかしながら、金型の歯底を円弧状とすると、歯部72成形後のウォームホイール70を突き出しピン73で金型から離型する際、ウォームホイール70の歯底72aが金型に引っ掛かってしまい、そのまま離型すると、歯部72が変形又は破損してしまう可能性がある。したがって、歯部72成形時には、直線状（図9中、破線で示す形状）として、金型からの円滑な脱型を行えるようにするとともに、成形後の歯面の切削加工によって、歯底形状を最終的な円弧状としている。よって、コスト増大を招くとともに、ウォームとの間の潤滑性が悪化するという問題があった。

【0010】本発明は、例えば歯部の樹脂成形後の形状切削等を不要とすることができ、これにより製造コストを低減することができることと、優れた潤滑性及び耐久性を確保することができる、低コストで信頼性の高いウォームホイールを提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明の上記目的は、金属製円筒芯の外周側に合成樹脂製の歯部を備えたウォームホイールにおいて、前記金属製円筒芯と同心円上で前記歯部側面の少なくとも一側縁に、前記歯部の変形を抑制する凹部が設けられることを特徴とするウォームホイールにより達成することができる。

【0012】また、前記ウォームホイールにおいて、前記歯部表面が、前記合成樹脂中に含まれるガラス繊維の

(3)

特開2003-139220

3

表面への突出を抑制するスキン層に覆われている。

【0103】本発明に係るウォームホイールにおいては、歯部側面の少なくとも一側端に、歯部の変形を抑制する凹部が設けられているので、合成樹脂を金型により射出成形して歯部を形成させた後、脱型する際、凹部が変形することにより円滑な脱型が可能となる。したがって、歯面の切削加工を必要とせず、脱型に伴う歯部形状の変形又は破損等を確実に回避することができる。また、歯部表面が、合成樹脂中に含まれるガラス繊維の表面への突出を抑制するスキン層に覆われているので、合成樹脂中に含まれるガラス繊維等が歯面に露出するのを確実に防止することができる。

【0104】また、本発明の上記目的は、金属製円筒芯金の外周側に合成樹脂製の歯部を射出成形により形成するウォームホイールの製造方法において、前記金属製円筒芯金と同心円上で前記歯部側面の少なくとも一側端に、前記歯部の変形を抑制する凹部が射出成形する際、金型形状により形成されることを特徴とするウォームホイールの製造方法により達成することができる。

【0105】本発明に係るウォームホイールの製造方法においては、歯部側面の少なくとも一側端に、歯部の変形を抑制する凹部が射出成形する際、金型形状により形成されるので、ウォームホイールは、脱型する際、凹部の変形により円滑に脱型され、脱型に伴う歯部形状の変形又は破損等が確実に回避される。したがって、歯面の切削加工を必要とせず、歯面は合成樹脂の成層スキン層に覆われた状態に保たれ、合成樹脂中に含まれるガラス繊維等が歯面に露出するのを確実に防止することができる。

【0106】なお、上記金属製円筒芯金の材料としては、JIS規格機械構造用炭素鋼等の金属材料で、例えばJIS規格S45CやS10C等が好適に用いられる。また、上記歯部を構成する合成樹脂は、例えばポリアミド樹脂にガラス繊維を混入させたものが好適に用いられる。

【発明の実施の形態】以下、本発明のウォームホイール及びその製造方法の第1実施形態を図1乃至図3に基づいて詳細に説明する。図1は本発明のウォームホイールを適用した電動パワーステアリング装置の概略図を示す斜視図、図2は図1におけるウォームホイール及びウォームの噛み合い部分を示す要部拡大斜視図、図3は、図1におけるウォームホイールの要部拡大断面図である。【0108】図1及び図2に示すように、電動パワーステアリング装置10においては、電動モータ11の回転力は、回転軸に一体的に設けられたウォーム12、及びウォーム12に噛合されたウォームホイール20を介して、回転駆動力をステアリングシャフト13に伝達される。

【0109】ウォームホイール20は、金属製円筒芯金

21の外周側に、合成樹脂を金型（図示しない）を用いて射出成形することにより、合成樹脂製の歯部22を形成する。歯部22の歯底22aは、ウォーム12の円錐形状に对应した円錐形状であり、射出成形時の金型形状により形成され、ウォーム12との噛み合いを滑準的に、電動モータ11からの回転駆動力を損失なく伝達する。

【0102】図3に示すように、ウォームホイール20の歯部22の歯側端部、即ち金型からの離型方向後側端（図中左側）及び前側端（図中右側）で、金属製円筒芯金21と同心円上の歯底22a近傍に、凹部23が設けられている。基凹部23は、合成樹脂を射出成形する際、金型形状により、略断面円形状に形成されており、歯部22の射出成形時、変形によって歯底22a部分の歯型を容易化して、歯部22の変形又は損傷等を回避する。

【01021】即ち、例えば、モジュール2.05、外径寸法B=84.5mm、歯底外径寸法C=74.4mmとした場合、基凹部23は、半円の直径が歯底22aと略平行になる位置にあることが好ましい。また、歯部22の寸法Aが小さい方が、基凹部23の変形量が大きくなり、離型に有利に働くが、一方で歯部22の強度低下が懸念される。したがって、本実施形態の場合、寸法A=1〜2mmであることが好ましく、基凹部23の直径は、3mm程度であることが好ましい。

【01022】なお、凹部23は、歯部22の金型からの離型方向後側端にのみ設け、前側端には設けない構成としても良い。しかし、この場合、合成樹脂の成形収縮により歯部22の離型方向後側端と前側端とで収縮量が生じると、歯面がアンバランスになる可能性がある。したがって、非常に高い成形精度が要求される電動パワーステアリング装置10のウォームホイール20としては、歯部22の両側端部に設ける方がより好ましい。

【01023】本実施形態の作用を説明する。ウォームホイール20は、金属製円筒芯金21の外周側に、合成樹脂を金型を用いて射出成形することにより、合成樹脂製の歯部22が最終形状としてウォーム12の形状に对应する略円錐状の歯底22a形状となるように形成される。そして、成形された歯部22の脱型に際しては、各凹部23の変形に伴う歯部22の弾性変形により、円滑な脱型が可能となる。これにより、脱型に伴う歯部22形状の変形又は破損等が確実に回避される。

【01024】したがって、歯面の切削加工を必要とせず、歯面は、合成樹脂の成層スキン層24に覆われた状態に保たれ、合成樹脂中に含まれるガラス繊維等が歯面に露出する等の不具合が抑制され、合成樹脂自体の磨耗係数の上昇を抑制することができる。その結果、ウォーム12とウォームホイール20との間には、グリスの潤滑成分である亜油が多く蓄積し、歯部22の磨耗等が減少され、長期耐久性能の向上が図られる。これによ

(4)

特開2003-139220

5

6

り、電動パワーステアリング装置10に適用されるウォームホイール20は、高い信頼性を得られるとともに、低コスト化を図ることができ。

【0025】次に、本発明のウォームホイールの第2実施形態を図4に基いて説明する。図4に示すように、本実施形態のウォームホイール30は、歯部31に形成される凹部32が横向きの断面V字状に形成されている。なお、その他の構成及び作用については、上記第1実施形態と同様である。

【0026】次に、本発明のウォームホイールの第3実施形態を図5に基いて説明する。図5に示すように、本実施形態のウォームホイール40は、歯部41に形成される凹部42が横向きの断面台形状に形成されている。なお、その他の構成及び作用については、上記第1実施形態と同様である。

【0027】次に、本発明のウォームホイールの第4実施形態を図6に基いて説明する。図6に示すように、本実施形態のウォームホイール50は、歯部51の歯底51a歯部が強度上支えきれない範囲（本実施形態では、寸法1〜2mmの範囲）で削除されており、凹部52の変形可能量が大きくなるように構成されている。また、本実施形態では、凹部52の幅の一部を軸方向に延長した仮想線と歯底51aとがオーバーラップするが、又は近接していることが好ましい。なお、その他の構成及び作用については、上記第1実施形態と同様である。

【0028】上述したように上記各実施形態によれば、ウォームホイール20、30、40、50の歯部22、31、41、51の両側面、即ち金型からの離型方向後側面（図3中左側）及び前側面（図3中右側）、金属製円筒金21と同心円上の位置にある歯底22a、51a近傍に、凹部23、32、42、52が設けられる。したがって、合成樹脂を金型により射出成形して歯部22、31、41、51を形成させた後、離型する際、凹部23、32、42、52の変形により円滑な離型を行うことができ、離型に伴う歯部22、31、41、51形状の変形又は破壊等を回避することができる。

【0029】また、ウォームホイール20、30、40、50の歯部22、31、41、51は、射出成形される際、震動形状としてウォーム12の形状に対応する凹凸形状の歯底22a、51a形状となるように形成されるので、歯部22、31、41、51の樹脂成形後の形状切削等を要とすることができ、製造コストを低減

することができる。即ち、樹脂成形後の歯面の切削加工を必要としないため、歯面を合成樹脂の成型スキム層に覆われた状態に保つことができ、合成樹脂中に含まれるガラス繊維等が歯面に露出する等の不具合を抑えることができる。これにより、ウォーム12との間で優れた潤滑性及び長期耐久性を確保することができ、低コストで信頼性の高いウォームホイール20、30、40、50を提供することができる。

【0030】

【実施例】以下、本発明のウォームホイール及びその製造方法の実施例及び比較例との比較試験について説明する。

【0031】1. 潤滑油の濡れ性の比較（基礎実験）  
電動パワーステアリング装置の減速部に使用されるウォームホイールには、歯部にグリースが塗布されている。目的は、ウォームとの噛み合いで発生する摩擦抵抗に起因する硬度上昇を減少させることである。電動パワーステアリング装置では、自動車使用時に定期的にウォームホイールの歯部へグリースを供給することは、保守管理費の増大や構造上の理由から不可能に近い。したがって、電動パワーステアリング装置の留置時にウォームホイールに塗布したグリースが、長期に渡ってウォームとの間に残存し、潤滑性能を維持する必要がある。なお、グリースの成分中、潤滑に寄与するのは基礎油と呼ばれる潤滑油である。

【0032】歯部を形成する合成樹脂が、例えばテフロン（登録商標）樹脂のように油を強く樹脂吸着すると、ウォームホイールの回転に伴う遠心力によって、グリースが弾き飛ばされ、ウォームとの間の潤滑ができなくなってしまう。したがって、合成樹脂表面と潤滑油との関係は、非常に重要な要素である。そこで、以下のような合成樹脂の成形スキム層を有する実施例と、切削によりガラス繊維が合成樹脂表面から露出した切削面を有する比較例とを、合成樹脂の表面潤滑性試験として、濡れ性の基礎評価試験を行った。

【0033】1-1. 試験片の製作

表1に示す合成樹脂を材料として、射出成形機を用いて直径30mm、厚さ3mmの試験片を制作した。この際、実施例1及び実施例2の試験片は、それぞれ成形スキム層が存在する射出成形面とし、比較例1及び比較例2の試験片は、それぞれ一方の面を約1mm切削し、成形スキム層を除去した面とした。

【0034】

【表1】

(5)

特開 2003-139220

7

8

	合成樹脂	スリ層の削削	摩擦角(°)
実施例 1	ポリアミド 66 <sup>1)</sup> ポリアミド 30 重量%含有	なし	14.5
実施例 2	ポリアミド 46 <sup>2)</sup> ポリアミド 30 重量%含有	なし	13.7
比較例 1	ポリアミド 66 <sup>1)</sup> ポリアミド 30 重量%含有	あり	21.3
比較例 2	ポリアミド 46 <sup>2)</sup> ポリアミド 30 重量%含有	あり	17.6

1) 宇部興産 (株) 製「URE410」 2020GCS

2) DSM・JSRエン지니어リングプラスチック (株) 製「ヌーロ TR341F5」

## 【0035】1-2. 評価方法

上記4種の試験片の面について、「ジャスコインタショナル株式会社製の動摩擦角計」を用い、潤滑油の広がり状態を求めた。すなわち、最初に、使用グリースの基油である合成炭化水素油を、マイクロメータにより液量を定置する。次に、合成樹脂の試験片の面を、試料台の上昇により合成炭化水素油に接触させる。更に、試料台を下降させて液量を計り、潤滑油の広がり状態を求めた。1秒後の潤滑油の広がり状態を測定し、その平均値にて潤滑油の広がり状態を求めた。結果を表1に併記する。

【0036】表1から理解されるように、実施例1及び実施例2の試験片の成形スピン層の面の方が、比較例1及び比較例2の試験片の成形スピン層を除去した面と比較して、摩擦角が小さい。即ち、潤滑油の広がり易く、\*

\* かつ弾かれ難い傾向を示している。

## 【0037】2. 耐久性能の比較

次に、本発明のウォームホイールと従来のウォームホイールとの耐久性能の差を見るため、実際にウォームホイールを製作し、評価を行った。評価のために用いた合成樹脂は、上述した潤滑油の潤滑性の比較、評価に用いた表1に示すものと同様のもの、即ち表2にも示すように、ガラス繊維30重量%含有のポリアミド66(宇部興産(株)製「URE410」2020GCS)と、ポリアミド46(DSM・JSRエンジニアリングプラスチック(株)製「ヌーロTR41F5」)を用いた。結果を表2に示す。

## 【0038】

## 【表2】

	合成樹脂	スリ層の削削	3万回時のバググググ増量(%)
実施例 1	ポリアミド 66 <sup>1)</sup> ポリアミド 30 重量%含有	なし	1.1
実施例 2	ポリアミド 46 <sup>2)</sup> ポリアミド 30 重量%含有	なし	0.9
比較例 1	ポリアミド 66 <sup>1)</sup> ポリアミド 30 重量%含有	あり	1.9
比較例 2	ポリアミド 46 <sup>2)</sup> ポリアミド 30 重量%含有	あり	1.0

1) 宇部興産 (株) 製「URE410」 2020GCS

2) DSM・JSRエン지니어リングプラスチック (株) 製「ヌーロ TR41F5」

## 【0039】2-1. 試験体の製作

本発明のウォームホイールとしては、図3に示す第1実施形態のウォームホイールとし、対応する形状の金型を射出成形機に取り付け、金型内周芯金を挿入後、上述した合成樹脂材料を射出成形機のシリンダー内に溶融させるとともに、成形空間に充填させ、所定時間冷却後、成形品を脱型させて試験体を得た。一方、比較のための従来のウォームホイールとしては、切削加工で設けた母材金型にて本発明のウォームホイールと同様に成形

し、成形後にボブカッターにて歯部を本発明と同一形状に切削した。

## 【0040】2-2. 耐久試験方法

試験体であるウォームホイールに、定量の合成炭化水素油を塗布とするグリースを塗布し、常温下で一定のトルクをかけ、ウォームの正転・逆転を繰り返す。その繰り返し回数とウォームホイールの歯部の磨耗の関係を求めた。即ち、ウォームを固定してウォームホイールを正転・逆転させた時の磨耗(=バックラッシュ)を角度として

(5)

特開2013-139220

9

19

捉え、この角度の増大によって、ウォームホイールの歯部の磨耗量の増大、及びウォームとの噛み合い隙間の増大を捉えた。図7に示すように、ウォームの正転・逆転の繰り返し回数と、ウォームホイールの歯部の磨耗量との関係を示す。また、表2には、ウォームの正転・逆転の繰り返し回数3万回のときのバックラッシュを示す。

【0041】結果として、ガラス繊維が歯面に露出しな  
実施例1のウォームホイール（ポリアミド66製）  
や、実施例2のウォームホイール（ポリアミド46製）  
は、ガラス繊維が歯面に露出する比較例1のウォーム  
ホイール（ポリアミド66製）や、比較例2のウォーム  
ホイール（ポリアミド46製）と比較して、歯部の磨耗量  
が約半分に抑えられるという結果が得られた。

【0042】このような耐久試験の結果は、上述した潤滑油の濡れ性の比較試験結果と合致している。つまり、濡れ性の良い実施例1及び実施例2のウォームホイールによれば、長期に渡って多くの潤滑油をウォームとの間に滞留させることができ、歯部の磨耗を抑制することができる。これにより、長期的な耐久性能を向上させることができる。

【0043】  
【発明の効果】以上説明したように本発明のウォームホイールによれば、金属製円筒歯金と同心円上で歯部側面の少なくとも一面側に、歯部の変形を抑制する凹部が設けられているので、合成樹脂を金型により射出成形して歯部を形成させた後、成型する際、円筒な成型を行うことができ、成型に伴う歯部形状の変形又は破損等を回避することができる。したがって、例えば歯部の樹脂成形後の形状切削等を不要とすることができ、製造コストを低減することができる。また、優れた潤滑性及び長期耐久性を確保することができ、低コストで信頼性の高いウォームホイールを提供することができる。

【0044】また、歯部表面が、合成樹脂中に含まれるガラス繊維の表面への突出を抑制するスキン層に覆われているので、合成樹脂中に含まれるガラス繊維等が歯面に露出するのを確実に防止することができ、信頼性の一面高いウォームホイールを提供することができる。

【0045】また、本発明のウォームホイールの製造方法によれば、金属製円筒歯金と同心円上で歯部側面の少なくとも一面側に、歯部の変形を抑制する凹部が射出成形する際の金型形状により形成されるので、合成樹脂を

金型により射出成形して歯部を形成させた後、成型する際、円筒な成型を行うことができ、成型に伴う歯部形状の変形又は破損等を回避することができる。したがって、例えば歯部の樹脂成形後の形状切削等を不要とすることができ、製造コストを低減することができる。また、優れた潤滑性及び長期耐久性を確保することができる。低コストで信頼性の高いウォームホイールを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態のウォームホイールを適用した電動パワーステアリング装置の駆動部を示す斜視図である。

【図2】図1におけるウォームホイール及びウォームの噛み合い部分を示す要部拡大斜視図である。

【図3】図1におけるウォームホイールの要部拡大断面図である。

【図4】本発明の第2実施形態のウォームホイールを示す要部拡大断面図である。

【図5】本発明の第3実施形態のウォームホイールを示す要部拡大断面図である。

【図6】本発明の第4実施形態のウォームホイールを示す要部拡大断面図である。

【図7】ウォームの正転・逆転の繰り返し回数と、ウォームホイールの歯部の磨耗量との関係を示すグラフである。

【図8】従来のウォームホイールを示す要部拡大断面図である。

【図9】従来のウォームホイールの他の例を示す要部拡大断面図である。

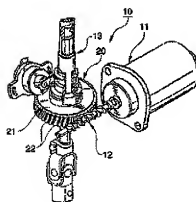
【符号の説明】

- 10 電動パワーステアリング装置
- 11 駆動モータ
- 12 ウォーム
- 13 ステアリングシャフト
- 20、30、40、50 ウォームホイール
- 21 金属製円筒歯金
- 22、31、41、51 歯部
- 22a、51a 歯底
- 23、32、42、52 凹部
- 24 成膜スキン層

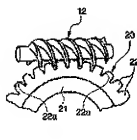
(7)

特開2003-139220

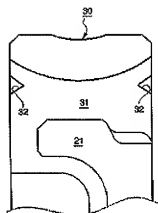
【図1】



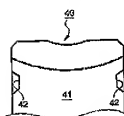
【図2】



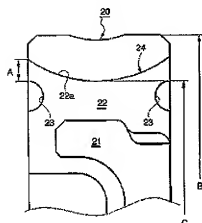
【図4】



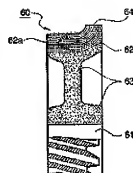
【図5】



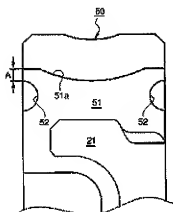
【図3】



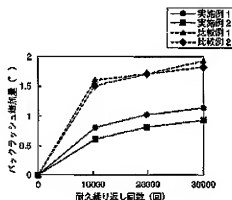
【図8】



【図6】



【図7】

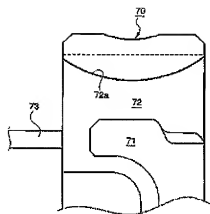




(8)

特開 2003-139220

【図9】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 3J009 DA18 EA06 EA19 EA23 EA32

EB06

3J030 BA03 BC01 BC08

4F206 AD03 AD12 AH12 JA07 JB12